

RECOMENDAÇÕES DE MÉTODOS E PROCEDIMENTOS EM GESTÃO DE ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

BRUNA LOPES COELHO¹, JOÃO JACKSON BATISTA BRAGA², LILIAN LUCCHESI DOS SANTOS³, IZABELA DE SIQUEIRA REIS REGUEIRA⁴ e ANTÔNIO MARCOS GENEROSO COTTA⁵

¹Dra. em Ciências da Engenharia Ambiental, Prof. UFTM, Uberaba-MG, bruna.coelho@uftm.edu.br;

²Me. em Propriedade Intelectual e Inovação, INPI, Belo Horizonte-MG, joaojacksonb@gmail.com;

³Me. em Engenharia Civil, UFMG, Belo Horizonte-MG, lucchesi@crea-mg.org.br;

⁴Eng. Civil e de Segurança do Trabalho, UFMG, Belo Horizonte-MG, engenheiraizabela@yahoo.com;

⁵Eng. Florestal, UFV, Belo Horizonte-MG, generoso.grupojac@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
06 a 09 de outubro de 2025

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo apresentar recomendações a partir da análise dos impactos ambientais decorrentes de rompimentos de barragens, ressaltando a relevância de métodos e procedimentos científicos na atuação do profissional vinculado ao Sistema Confea/Crea. A metodologia adotada consistiu em uma adaptação da técnica de grupo focal, envolvendo engenheiros de diferentes especialidades integrantes da Comissão Permanente de Meio Ambiente do Crea-MG. Os resultados, orientados pela necessidade de prevenção e do fortalecimento das práticas de fiscalização, subsidiaram a elaboração de uma Nota Técnica com as seguintes recomendações: adoção do Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos; instituição de uma Política Nacional de Segurança de Pilhas; e elaboração de um Manual de Fiscalização de Estruturas de Pilhas.

PALAVRAS-CHAVE: pilhas, impactos ambientais, engenharia, fiscalização, meio ambiente

MAPPING OF THE PEDOLOGICAL POTENTIAL OF THE PARAÍBA STATE FOR THE CULTIVATION OF SUGAR CANE (*Saccharum spp*)

ABSTRACT: This study aimed to present recommendations based on the analysis of environmental impacts resulting from tailings dam failures, highlighting the importance of scientific methods and procedures in the practice of professionals within the Confea/Crea System. The methodology was based on an adaptation of the focus group technique, involving engineers from different specialties who are members of the Permanent Environmental Commission of Crea-MG. The results, guided by the need for prevention and the strengthening of inspection practices, supported the preparation of a Technical Note with the following recommendations: adoption of the Global Industry Standard on Tailings Management; establishment of a National Policy for Waste Rock Pile Safety; and development of a Manual for the Inspection of Waste Rock Pile Structures.

KEYWORDS: waste rock piles, environmental impacts, engineering, inspection, environment

INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais, a mineração se constitui, historicamente, como uma das atividades mais relevantes para a economia do estado e seus rejeitos produziram um grande número de barragens de mineração distribuídas por todo o seu território. Os riscos associados a essas estruturas, somados aos rompimentos das barragens de Fundão (Mariana, 2015) e de Feijão (Brumadinho, 2019), tornaram necessária a revisão da norma que regula a atividade, a qual passou a recomendar a utilização de técnicas de engenharia para o tratamento dos resíduos que resultem em estruturas de rejeitos mais seguras e menos impactantes, em detrimento da solução em barragens de acumulação a montante.

As empresas passaram a adotar novos planos de emergência, buscaram modelos mais seguros e sustentáveis para gerenciar os rejeitos minerários e têm buscado melhorar a transparência e o

compartilhamento de informações sobre suas operações e sobre os riscos existentes. Entretanto, embora sejam necessários o conhecimento técnico e a adoção de boas práticas por parte das indústrias, é imprescindível uma legislação atual e eficiente que respalde tais medidas.

Desde 2017, a norma ABNT NBR 13029:2017, que “especifica os requisitos mínimos para a elaboração e apresentação de projeto de pilha para disposição de estéril causado por lavra de mina a céu aberto ou de mina subterrânea”, tem orientado o setor. As recentes modificações realizadas na legislação das barragens, tanto no estado de Minas Gerais quanto no Brasil, são resultado das mudanças que se tornaram indispensáveis após os rompimentos citados e trouxeram grandes alterações no segmento.

A pilha de estéril armazena material *in natura* removido na lavra, composto por rochas e solos sem valor econômico. Embora apresente menores riscos que as barragens de rejeitos, requer monitoramento para prevenir impactos. Já a barragem de rejeitos recebe os resíduos do beneficiamento do minério, formados por partículas finas e, em alguns casos, por compostos químicos, o que aumenta os riscos ambientais e de segurança. Após os desastres recentes, o setor mineral tem adotado sistemas de filtragem e disposição de rejeitos em pilhas, que reduzem a umidade do material, e o beneficiamento a seco, cuja técnica de empilhamento é conhecida como *dry stacking*.

Como consequência, observa-se um crescimento acelerado no número e no tamanho dessas estruturas. Tanto as pilhas de estéril quanto as de rejeito podem atingir dimensões consideráveis, dependendo do volume de material produzido e da área disponível para armazenamento. Embora não apresentem os mesmos riscos associados às barragens de rejeito, principalmente pela ausência de armazenamento de água, há registros relevantes de acidentes envolvendo pilhas em diversas partes do mundo.

Dentre os fatores preocupantes relacionados a essas estruturas, destacam-se: muitas mineradoras não mantêm uma rotina de inspeção e monitoramento de pilhas, até por não haver uma obrigação legal nesse sentido; trata-se de estruturas vivas, que passam por alterações em sua geometria em escala diária, o que requer um controle topográfico rígido; em muitos casos, o material depositado é friável, ou seja, se desagrega naturalmente ou é facilmente pulverizado, sendo mais sensível a erosões causadas por intempéries; também pode haver a presença de materiais suscetíveis à oxidação e à drenagem ácida, o que pode causar a perda de resistência da estrutura e impactos ambientais; somando os dois últimos itens ao clima tropical brasileiro, as estruturas demandam sistemas de drenagem interna e superficial bem projetados, evitando, assim, o aumento de poropressões e erosões descontroladas; no caso de materiais mais finos submetidos a condições de saturação, a dissipação mais lenta das poropressões pode causar solicitações não drenadas e eventuais rupturas; temos uma cultura de construção baseada apenas no lançamento e espalhamento, muitas vezes deixando de lado a compactação, que é extremamente importante nessas situações; em alguns casos, a falta de conhecimento sobre essas estruturas gera uma postura conservadora e sistemas superdimensionados, acarretando custos desnecessários; no caso de empilhamento de rejeitos filtrados a compactação do material em períodos chuvosos é uma tarefa extremamente difícil, o que demanda um bom planejamento da disposição, e a depender do comportamento dilatante ou contrátil do material, a estrutura pode ser suscetível à liquefação, principalmente caso ocorram sismos naturais ou induzidos.

Portanto, da mesma forma que deve haver uma cultura de segurança de barragens nas empresas mineradoras, é imprescindível implantar uma cultura de segurança de pilhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada a composição da Comissão Permanente de Meio Ambiente (CPMA) para o ano de 2024. A Comissão tem como atribuições apoiar as Câmaras Especializadas, demais Comissões e grupos de trabalho em temas relacionados ao meio ambiente. Entre suas funções estão: analisar, opinar e sugerir procedimentos aplicáveis às diversas áreas das profissões regulamentadas pelo sistema Confea/Crea em sua interface com o meio ambiente; atender às demandas recebidas; elaborar relatórios fundamentados após estudo e discussão entre os membros; além de assessorar e representar o Crea em assuntos ambientais quando designada.

Com a Comissão constituída, foi elaborado o Plano de Trabalho anual, destinado a estabelecer as metas, ações, projetos e custos necessários ao cumprimento dos objetivos definidos. Considerando as recentes tragédias decorrentes do rompimento de barragens de mineração em Minas Gerais, definiu-se que a CPMA concentraria sua atuação na análise dos danos ambientais ocasionados e na elaboração de uma Nota Técnica fundamentada.

Os membros da Comissão realizaram visitas técnicas a empreendimentos minerários na Região Metropolitana de Belo Horizonte, com o objetivo de atualizar informações relevantes para o direcionamento dos estudos e análises do grupo. Os locais visitados foram: Global Mineração, Vargem Grande, Mina do Pico, Maravilhas 1 e 2, SAFM Mineração, Mineradora Irmãos Machado e Bemil Mineradora. Além disso, a CPMA promoveu a participação do Crea em atividades relacionadas ao meio ambiente, com destaque para aquelas voltadas às barragens de mineração.

A metodologia adotada baseou-se em uma adaptação da técnica de grupo focal, envolvendo engenheiros de diferentes especialidades. Os resultados obtidos, orientados pela necessidade de prevenção e pelo fortalecimento das práticas de fiscalização, subsidiaram a elaboração da Nota Técnica, a ser divulgada à sociedade como posicionamento oficial do Crea-MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Adotar o Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos

O *Global Industry Standard on Tailings Management* (Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos), lançado em 5 de agosto de 2020 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), estabelece parâmetros internacionais comuns para a proteção e segurança das barragens de rejeitos da mineração. Seu objetivo central é garantir “dano zero” a pessoas e ao meio ambiente. Para isso, define responsabilidades e ações que priorizam a segurança ao longo de todo o ciclo de vida das estruturas de disposição de rejeitos, além de exigir a divulgação transparente de informações relevantes.

O documento apresenta princípios a serem adotados tanto por empreendedores quanto pela sociedade civil nos processos de gestão dessas estruturas, devendo servir como referência normativa para os entes federativos, especialmente nos pontos que ainda não encontram respaldo na legislação brasileira.

5.2 Política Nacional de Segurança de Pilhas

Em Minas Gerais, o Projeto de Lei nº 2.519/2024, que trata de pilhas de rejeitos, resíduos e estéril de mineração, busca fortalecer a segurança e a fiscalização dessas estruturas, contribuindo para a proteção da população e do meio ambiente diante dos riscos associados. A proposta prevê a obrigatoriedade de projetos de engenharia acompanhados de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), além de medidas de segurança, fiscalização e disponibilização de informações sobre pilhas de disposição.

O projeto também determina que o Poder Executivo estadual disponibilize, em portal eletrônico de acesso público, um banco de dados com informações sobre localização e estabilidade das pilhas existentes em Minas Gerais, reforçando a transparência e o controle social sobre tais atividades.

Apesar dessa iniciativa, a Comissão Permanente de Meio Ambiente (CPMA) do Crea-MG recomenda a criação de uma **Política Nacional de Segurança de Pilhas (PNSP)**. Essas estruturas apresentam riscos geotécnicos significativos para pessoas, equipamentos e infraestrutura, o que demanda maior capacidade normativa e de fiscalização em todos os níveis de governo. É essencial assegurar que os projetos sejam devidamente concebidos e executados, avaliar a estabilidade das estruturas, identificar riscos associados e considerar os potenciais impactos ambientais, sobretudo no caso das pilhas de rejeitos, que podem atingir grande porte e relevância.

5.3 Manual de Fiscalização de Estruturas de Pilhas

Propõe-se que o Crea-MG elabore e adote um **Manual de Fiscalização de Estruturas de Pilhas**, destinado a orientar as ações de fiscalização. Esse manual deve, no mínimo, prever a avaliação por profissionais legalmente habilitados, com as respectivas ARTs, das seguintes práticas:

- Definição de critérios de Classificação de Risco (CRI) e de Dano Potencial Associado (DPA);
- Implantação de um setor específico de Segurança de Pilhas, vinculado a uma Gerência de Geotecnia qualificada;
- Revisão e auditoria de projetos existentes, verificando a conformidade da geometria prevista e a suficiência da instrumentação instalada;
- Implantação de sistemas de Monitoramento Geotécnico, preferencialmente com uso de radares;
- Elaboração e manutenção de um Manual de Operação de Pilhas, incluindo Carta de Riscos;
- Treinamento de equipes de campo em inspeções de segurança, controle topográfico, instrumentação e monitoramento;
- Contratação de Engenharia de Registros (*Engineer of Record – EoR*) para acompanhamento contínuo das estruturas.

CONCLUSÃO

A análise realizada permitiu consolidar recomendações fundamentadas em princípios técnicos e científicos, destacando a importância da atuação qualificada dos profissionais vinculados ao Sistema Confea/Crea na prevenção de desastres ambientais relacionados às estruturas de disposição de estéril e rejeitos. Nesse sentido, a adoção do *Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos*, a criação de uma *Política Nacional de Segurança de Pilhas* e a elaboração de um *Manual de Fiscalização de Estruturas de Pilhas* representam medidas estratégicas para mitigar riscos, proteger a população e reduzir impactos ambientais.

As discussões desenvolvidas pela CPMA do Crea-MG evidenciaram a necessidade de alinhar a legislação e as práticas de fiscalização brasileiras a padrões internacionais mais rigorosos, bem como de fortalecer a transparência, o controle social e a segurança operacional no setor mineral.

AGRADECIMENTOS

Ao Crea-MG pelo apoio institucional e suporte à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13029: Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha. Rio de Janeiro, 2017.

FERRARA, M. Vade Mecum de Barragens. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2020.

GESTÃO E MANEJO DE REJEITOS DA MINERAÇÃO. 2016. Disponível em: <https://ibram.org.br/Gestao-e-Manejo-de-Rejeitos-da-Mineracao-2016.pdf>. Acesso em: 03 out 2024.

GOMAS, R. C. Notas de aula. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, NUGEO/UFOP, Ouro Preto, 2012.

HARTMAN, H. L.; MUTMANSKY, J. M. Surface Mining Mechanical Extraction Methods. In: _____. Introductory Mining Engineering. 2. ed. Index Mundi, 2002. p. 197-208.

LEX EDITORA. Aspectos práticos sobre aproveitamento de rejeitos e estéreis: uma análise da Resolução ANM 85/2021. [S. l.]: Lex Editora, 2023. Disponível em: <https://www.lex.com.br/aspectos-praticos-sobre-aproveitamento-de-rejeitos-e-estereis-uma-analise-da-resolucao-anm-no-85-2021/>. Acesso em: 03 out 2024. MINAS GERAIS.

Assembleia Legislativa. Projeto de Lei nº 2.519, de 2024. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto/?tipo=PL&num=2519&ano=2024#:~:text=Projeto%20de%20Lei%20n%C2%BA%202.519>. Acesso em: 03 out 2024.

SAFF ENGENHARIA. Disponível em: <https://saffengenharia.com.br>. Acesso em: 03 out 2024.